

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年3月18日 (18.03.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/023540 A1(51) 国際特許分類: H01L 21/3205,  
29/786, B41J 2/01, H05K 3/10

(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/007169

(22) 国際出願日: 2003年6月5日 (05.06.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2002-255610 2002年8月30日 (30.08.2002) JP(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP];  
〒545-8522 大阪府 大阪市 阿倍野区長池町 2-2-2  
Osaka (JP).

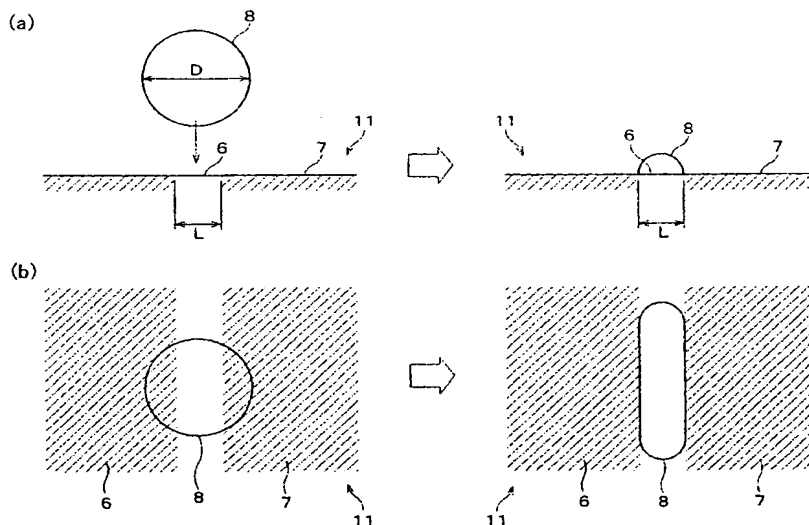
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 本多 充  
(HONDA, Mitsuru) [JP/JP]; 〒632-0004 奈良県 天理市 樺本町 2-1-3 Nara (JP). 中林 敬哉  
(NAKABAYASHI, Takaya) [JP/JP]; 〒519-1425 三重  
県 阿山郡 伊賀町 川西 1-3-5 Mie (JP). 藤井 暁義  
(FUJII, Akiyoshi) [JP/JP]; 〒631-0801 奈良県 奈良市  
左京 3丁目 2-1-7 Nara (JP).(74) 代理人: 原 謙三, 外 (HARA, Kenzo et al.); 〒530-0041  
大阪府 大阪市 北区天神橋 2丁目 北 2番 6号 大和南  
森町ビル 原謙三国際特許事務所 Osaka (JP).(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,  
BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,  
DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,  
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,  
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO,  
NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU,  
ZA, ZM, ZW.(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,  
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,

[続葉有]

(54) Title: BASIC MATERIAL FOR PATTERNING AND PATTERNING METHOD

(54) 発明の名称: パターン形成基材およびパターン形成方法

(57) Abstract: A patterning method in which a liquid drop is applied across a water repellent region and a hydrophilic line to satisfy the expression (1) when the water repellent region where the liquid drop has a first contact angle at the time of touching an objective plane before being ejected onto a substrate, and the hydrophilic line adjacent to the water repellent region and becoming a pattern to be formed where the liquid drop has a second contact angle smaller than the first contact angle are formed on the substrate.  $D \leq L \times \{1 + 2(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)\}$  ... (1) where, D: diameter of liquid drop, L: width of pattern,  $\theta_1$ : first contact angle,  $\theta_2$ : second contact angle. Since the number of liquid drops being ejected is decreased, an increase in tact time and a decrease in ink jet lifetime can be prevented.

[続葉有]



AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許  
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,  
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),  
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,  
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約:

本発明のパターン形成方法は、液滴を基板上に吐出する前に、該液滴が対象面上に接触したときの接触角が第1接触角である撥水領域と、この撥水領域と隣接し、上記第1接触角よりも小さな第2接触角であり、形成されるべきパターンとなる親水ラインとを、上記基板上に形成するとき、以下の(1)式を満たすように、上記撥水領域と親水ラインとに跨るように液滴を付着させる。

$$D \leq L \times \{1 + 2 (\cos \theta_2 - \cos \theta_1)\} \quad \dots \dots (1)$$

ここで、D：液滴径、L：パターン幅、 $\theta_1$ ：第1接触角、 $\theta_2$ ：第2接触角である。これにより、吐出する液滴数を減らすことにより、タクトタイムの増加やインクジェットの寿命低下を防止できる。

## 明 細 書

## パターン形成基材およびパターン形成方法

## 技術分野

本発明は、液滴を対象面上に吐出することで所定のパターンが形成されるパターン形成基材およびパターン形成方法に関するものである。

## 背景技術

近年、回路基板の配線パターンをインクジェット技術によって形成することが行なわれている。インクジェット技術を用いれば、配線パターンを基板上に直接形成できるので、従来のリソグラフィを用いた印刷技術のように、真空成膜→フォトリソ→エッチング→レジスト剥離工程といったコストのかかる工程を省略でき、その結果、安価に回路基板を作成することができるという効果を奏する。

ところで、インクジェットヘッドを用いて配線パターンを形成する場合、配線材料を含む流動状のインク（液滴）を吐出し、基板上の所定の位置に着弾させて配線パターンを形成している。このように、液滴を吐出して基板に着弾させた場合、基板表面の特性から着弾した液滴が拡がり過ぎたり、分離したりする虞がある。このため、所望する配線パターンを得ることができないという問題が生じる。

そこで、着弾した液滴が拡がり過ぎたり、分離したりすることを極力抑えて、所望する配線パターンを形成することのできる方法が、例えば、日本国公開特許公報『特開平 1 1 - 2 0 4 5 2 9 号』（1 9 9 9 年 7 月

30日公開)に開示されている。

上記公報に開示された技術では、予め、配線パターンとなり得る領域を液滴と親和性を有するように、また、他の領域を液滴と非親和性を有するように基板表面を改質し、基板上の親和性を有する領域（パターン形成領域）に液滴を吐出し、配線パターンを形成している。この場合、パターン形成領域以外が液滴と非親和性の領域となっているので、基板上のパターン形成領域上に着弾された液滴は、該パターン形成領域を越えて広がることはない。

また、上記公報に開示された技術では、着弾された液滴が分離したりしないように、液滴同士の一部が重なるように、液滴をパターン形成領域に着弾させている。これにより、基板に着弾した液滴が分離したりするのを防止している。

ところが、上記公報に開示されたパターン形成方法では、基板に着弾した液滴が分離したりするのを防止するために、着弾された液滴同士の一部が重なるように、液滴を吐出して配線パターンを形成しているので、吐出する液滴数が多い。このような場合、吐出する液滴数の増加に伴う、配線パターンを形成するまでの一連の処理時間（タクトタイム）の増加やインクジェットヘッドの寿命低下を招くという問題が生じる。

本発明は、上記の各問題点に鑑みなされたものであって、その目的は、吐出する液滴数を減らすことにより、タクトタイムの増加やインクジェットヘッドの寿命低下を防止し、良好な配線特性を得ることのできるパターン形成基材およびパターン形成方法を提供することにある。

本発明のパターン形成基材は、液滴を対象面上に吐出することで所定のパターンが形成されるパターン形成基材において、上記対象面上に、上記液滴が対象面上に接触したときの接触角が第1接触角の第1領域と、この第1領域と隣接し、上記第1接触角よりも小さな第2接触角の第2領域とが、該第1領域と第2領域とに跨がるように液滴を付着させるときに、以下の(1)式を満たすように形成されていることを特徴としている。

$$D \leq L \times \{1 + 2 (\cos \theta_2 - \cos \theta_1)\} \quad \dots \dots (1)$$

ここで、D：液滴径

L：パターン幅

$\theta_1$ ：第1接触角

—  $\theta_2$ ：第2接触角

である。

上記の構成によれば、上記第2接触角が第1接触角よりも小さいことで、第2領域の方が第1領域に比べて、液滴との親液性が高いことになる。これにより、第1領域と第2領域とに跨がるように液滴を付着した場合、第1領域に付着している液滴が該第1領域よりも親液性の高い第2領域（パターン）に集まることになる。

しかも、液滴径、配線パターン幅、第1接触角、第2接触角を上記(1)式を満たすように設定すれば、配線パターン幅よりも大きな径の液滴を付着させても、液滴は第2領域に集まるようになる。

このように、パターン幅よりも大きな径の液滴を使用すれば、パターン幅と同じ径、あるいは小さな径の液滴を使用した場合に比べて、液滴の吐出数を減らすことができる。

このように、吐出する液滴数を減らすことにより、タクトタイムの増加や液滴を吐出するための機構、例えばインクジェットヘッドの寿命低下を防止することができる。

液滴が配線材料を含み、この液滴で配線パターンを形成する場合、吐出する液滴数が減ることにより、液滴同士が重なりあって基板に付着することがなくなるので、配線の厚みのバラツキの低減、すなわち、配線抵抗のバラツキの低減を図ることができ、この結果、良好な配線特性を得ることができる。

また、上記第1領域が液滴に対して撥液性を示す撥液領域となるように第1接触角を設定し、上記第2領域が液滴に対して親液性を示す親液領域となるように第2接触角を設定するようにしてもよい。

この場合、第1領域が液滴に対して撥液性を示す撥液領域となり、第2領域が液滴に対して親液性を示す親液領域となるので、液滴を第1領域と第2領域とに跨がるように付着させた場合、付着した液滴は撥液領域である第1領域では弾かれ、親液領域である第2領域では該第2領域の形状に沿って広がる。つまり、第1領域で弾かれた液滴は、第2領域に流れ込み、第2領域に付着した液滴とともに該第2領域（パターン）に沿って広がり配線を形成することになる。

したがって、パターンとならない領域、すなわち第1領域を液滴に対して撥液性を有する領域にすることで、第1領域に付着した液滴を弾き、確実に第2領域に流し込むことが可能となる。

このように、第1領域を撥液領域、第2領域を親液領域とすれば、第1接触角と第2接触角との差が大きくなり、上記（1）式の右辺が大きくなる。ここで、（1）式の右辺が大きくなることは、配線パターン幅

に対する液滴径の大きさをさらに大きくすることができることを示す。

したがって、液滴径をパターン幅に対してさらに大きくすることで、吐出する液滴数をさらに少なくでき、タクトタイムを減少させ、液滴を吐出するための機構、例えばインクジェットヘッドの寿命を延ばすことができる。

また、本発明のパターン形成方法は、液滴を対象面上に吐出することで所定のパターンを形成するパターン形成方法において、上記液滴を吐出する前に、該液滴に対して撥液性を示す第1領域と、該第1領域に隣接し、該液滴に対して親液性を示し、形成されるべきパターンとなる第2領域とを上記対象面上に形成したときに、上記第1領域と第2領域との境界から液滴の付着中心との距離Xが、以下の(2)式を満たすように、液滴を対象面上に付着させることを特徴としている。

$$X \leq \sqrt[3]{\frac{4}{2 - 3\cos\theta_1 + \cos^3\theta_1}} \cdot \frac{D}{2} \quad \dots\dots(2)$$

ここで、X:親撥水パターン界面と液滴着弾中心との距離

D:液滴径

$\theta_1$ :撥水部分のインクに対する接触角

上記の構成によれば、第1領域と第2領域との境界から液滴の付着中心との距離Xが、上記の(2)式を満たすように、液滴を対象面上に付着させることで、撥液性を示す第1領域に付着した液滴は親液性を示す第2領域に移動することができる。つまり、液滴の付着中心が第2領域になくても、液滴を第2領域に移動させることができる。

これにより、吐出精度の低い液滴吐出機構、例えばインクジェットへ

ッドを使用し、液滴を基板に吐出しても、形成すべきパターンとなる第2領域に確実に液滴を集めることができるので、精度よくパターンを形成することができる。

したがって、パターンを形成するための装置コストを低減することが可能となる。

ここで、液滴が移動することが可能な範囲は、パターン形状の許す限り大きい液滴とし、撥液領域である第1領域での液滴の接触角（第1接触角）は小さくしたほうが広がる。

さらに、本発明のパターン形成方法は、液滴を対象面上に吐出することで所定のパターンを形成するパターン形成方法において、上記液滴を吐出する前に、該液滴に対して撥液性を示す第1領域と、該第1領域に隣接し、該液滴に対して親液性を示し、形成すべきパターンとなる第2領域とを上記対象面上に形成したときに、液滴を付着させるときの液滴の吐出ピッチPが、以下の（3）式を満たすように、液滴を対象面上に付着させることを特徴としている。

$$\frac{0.04D^3}{L} \leq P \leq \frac{0.4D^3}{L} \quad \dots (3)$$

ここで、 P:吐出ピッチ(μm)  
D:液滴径(μm)  
L:親水ライン幅(μm)

上記の構成によれば、吐出する液滴径とパターン幅とに対して、液滴の吐出ピッチPを上記（3）式を満たすように設定することで、線幅、線厚のバラツキの少ないパターンを形成することができる。

ここで、液滴が配線材料を含み、所定のパターンとして配線パターン



を形成する場合には、配線幅、配線厚のバラツキが少なく、低抵抗かつ配線段差の少ない配線パターンを高スループットで形成することが可能となる。

5       このように、液滴の吐出ピッチを上記（３）式を満たすように設定することで、パターンの形成に必要な液滴の吐出数を最小限にすることが可能となり、タクトタイムの減少や液滴を吐出する機構（インクジェットヘッド）の延命化を図ることができる。

また、対象面上に、離散的に付着させた液滴同士をつなげて連続したパターンを形成してもよい。

10       この場合、液滴の吐出数を必要最小限にすることが可能となるので、タクトタイムの減少、液滴を吐出する機構の長寿命化を図ることが可能となる。

上記液滴の吐出にインクジェットヘッドを用いてもよい。

15       この場合、液滴を吐出するための機構として、プリンタ等に用いられる汎用のインクジェットヘッドを流用することができるので、パターン形成のための装置を安価に製造することができる。

上記第１領域および第２領域を、ほぼフラットに形成してもよい。

20       この場合、ほぼフラットとは、第１領域と第２領域との段差が、形成されるパターン厚みと比べて非常に小さい状態をいう。このようにすることで、第１領域と第２領域との液滴に対する親和性の差を明確にするためにバンクを形成する必要がないので、パターン形成の工程数を短縮することができる。

液滴が導電性粒子を含むようにしてもよい。

この場合、液滴を吐出して形成されるパターンが配線パターンとなる

ので、線幅、線厚のバラツキのない配線パターンを形成することができる。また、吐出する液滴数が減ることにより、液滴同士が重なりあって基板に付着することがなくなるので、配線の厚みのバラツキの低減、すなわち、配線抵抗のバラツキの低減を図ることができ、この結果、良好な配線特性を得ることができる。

上記第2領域が線状パターンであってもよい。

この場合、線状とすることで配線形成が可能となる。また、とりわけ幅の狭い線状パターンとすることで、配線密度を高くすることが可能となる。さらに、液晶パネル用配線に用いる場合は、ゲート・ソース・ドレイン配線は線状にすることが不可欠であり、特に、ゲート・ソース・ドレイン配線は金属材料で形成されるため、パネル輝度向上のためには、配線幅は狭いほうが望ましい。

本発明のさらに他の目的、特徴、および優れた点は、以下に示す記載によって十分わかるであろう。また、本発明の利益は、添付図面を参照した次の説明で明白になるであろう。

#### 図面の簡単な説明

図1(a)は、本発明のパターン形成基材の側面図である。

図1(b)は、本発明のパターン形成基材の平面図である。

図2(a)は液滴の撥水性を説明する図である。

図2(b)は液滴の親水性を説明する図である。

図3(a)～(d)は、基板上に親水領域と撥水領域とを形成するための工程を示す図である。

図 4 は、液滴径とピッチとの関係とを示すグラフである。

図 5 は、本発明のパターン形成方法に適用されるパターン形成装置の概略斜視図である。

図 6 (a) ~ (c) は、本発明の他のパターン形成方法を示す図である。

図 7 (a) (b) は、本発明のさらに他のパターン形成方法を示す図である。

図 8 (a) (b) は、本発明のさらに他のパターン形成方法を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、実施の形態および比較例により、本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はこれらにより何ら限定されるものではない。

#### 〔実施の形態 1〕

本発明の一実施の形態について説明すれば、以下の通りである。なお、本実施の形態では、液晶パネルの製造工程のうち、TFT (Thin Film Transistor) のゲート配線のパターン形成方法について説明する。

まず、本発明のパターン形成方法を実現するためのパターン形成装置について、以下に説明する。

本実施の形態にかかるパターン形成装置は、図 5 に示すように、基板 11 を載置するステージ 12 を備え、このステージ 12 上に、該基板 11 上に対して配線材料を含む流動状のインク（液滴）を吐出する液滴吐出手段としてのインクジェットヘッド 13 と、インクジェットヘッド 13 を y 方向に移動させる y 方向駆動部 14 および x 方向に移動させる x

方向駆動部 15 とが設けられている。

また、上記パターン形成装置には、インクジェットヘッド 13 に液滴を供給する液滴供給システム 16 と液配管 18、インクジェットヘッド 13 の吐出制御、y 方向駆動部 14、x 方向駆動部 15 の駆動制御等の各種制御を行なう装置コントロールユニット 17 とが設けられている。

上記インクジェットヘッド 13 と液滴供給システム 16 との間には、液配管 18 が設けられており、液滴供給システム 16 によってインクジェットヘッド 13 への液滴の供給制御が行なわれる。

また、上記インクジェットヘッド 13、y 方向駆動部 14 および x 方向駆動部 15 と装置コントロールユニット 17 との間には、信号ケーブル（図示しない）が設けられており、装置コントロールユニット 17 によって、インクジェットヘッド 13 の液滴の吐出制御、y 方向駆動部 14、x 方向駆動部 15 の駆動制御が行なわれる。

すなわち、上記装置コントロールユニット 17 から、基板 11 への配線パターン情報（塗布位置情報）を y 方向駆動部 14、x 方向駆動部 15 と連動してインクジェットヘッド 13 のドライバー（図示せず）に吐出情報が入力され、目的位置に目的量の液滴を供給するようになっている。これにより、基板 11 の全領域に対して、液滴を滴下することが可能となる。

上記インクジェットヘッド 13 としては、電圧を印加すると変形する圧電素子を使用し、瞬間的にインク室の液圧を高めることでノズルから液体（液滴）を押し出すピエゾ方式のインクジェットヘッドや、ヘッドに取り付けたヒータによって、液体内に気泡を発生させ、液体を押し出すサーマル方式のインクジェットヘッドが使用される。何れの方式のイ

ンクジェットヘッドであっても、圧電素子やヒータに印加する電圧に応じて、吐出する液滴径を調整することができる。

本実施の形態では、上述したパターン形成装置において、インクジェットヘッド13として、 $55\mu\text{m}$ 径の複数ノズルを備えたピエゾ駆動型インクジェットヘッドを用いて、駆動電圧波形を変化させることにより、吐出液滴径を $50\mu\text{m}$ から $75\mu\text{m}$ まで変化させるようになっている。

次に、上記パターン形成装置によって、基板11上への配線パターンの形成方法について、図1(a)(b)を参照しながら以下に説明する。図1(a)は、液滴の基板への着弾前後の状態を示す側面図を示し、図1(b)は、液滴の基板への着弾前後の状態を示す平面図を示す。

本実施の形態にかかるパターン形成基材は、図1(a)(b)に示すように、基板11上に配線パターンとなる親水ライン(第1領域)6と、撥水領域(第2領域)7とを形成し、親水ライン6上に該親水ライン6の線幅Lよりも大きな径Dの液滴8を吐出し、該液滴8が有するエネルギー状態の変化によって、該液滴8を親水ライン6内に治めるようになるものである。つまり、液滴8の径Dが親水ライン6の幅Lよりも大きい場合、着弾直後に親水ライン6からはみ出した液滴8は撥水領域7により弾かれて、親水ライン6に集まるようになる。

なお、上記親水ライン6と撥水領域7とは、後述するように、化学的な処理が施されて得られるものであるので、基板11上でほぼフラットな状態となっている。このため、従来のようにバンクを形成して、配線パターンを形成する場合に比べて、製造工程数を減らすことができる。

上記のパターン形成基材を用いれば、配線パターンの線幅よりも大きな径の液滴を使用しても、全ての液滴が配線パターンに集まるようにな

るので、少ない液滴数で配線パターンを形成することができる。さらに、吐出する液滴数が少なければ、タクトタイムの減少、インクジェットヘッドの長寿命化を図ることが可能となる。

まず、図 1 (a) のように直径  $D$  の液滴 8 が、両側を撥水領域 7 に挟まれたライン幅  $L$  の等幅の親水ライン 6 上に滴下された場合を考える。

前記液滴 8 が図 2 (a) のように撥水領域 7 に滴下された場合の接触角を  $\theta_1$ 、親水領域である親水ライン 6 に滴下された場合の接触角を  $\theta_2$  とすると、両側を撥水領域 7 に挟まれたライン幅  $L$  の等幅の親水ライン 6 上に滴下された場合、接触角はカッシーの接触角  $\theta_c$  をとる。 $(\theta_1 > \theta_c > \theta_2)$  また、液滴 8 の表面エネルギーを  $\gamma$  とし、滴下された液滴 8 の半径が  $x$  だけ収縮し親水ライン 6 に沿って伸びる間に、

液滴 8 の変形に伴い消費されるエネルギー  $\Delta W$  は、

$$\Delta W = 2 D \gamma (\cos \theta_2 - \cos \theta_1) x$$

と近似することができる。

同じく変形に伴う表面積の増加量を  $\Delta S$  とすると、変形によって増加する液滴 8 の表面エネルギー  $\gamma \Delta S$  は

$$\gamma \Delta S = \gamma (D - L) D x / L$$

と近似することができる。

したがって、上記二つの和で表されるすべてのエネルギー変化  $\Delta E$  は、

$$\Delta E = \gamma \{ D - L - 2 L (\cos \theta_2 - \cos \theta_1) \} D x / L$$

と表すことができる。

ここで、 $D - L - 2 L (\cos \theta_2 - \cos \theta_1) > 0$ 、すなわち

$L < D / \{ 1 + 2 (\cos \theta_2 - \cos \theta_1) \}$  のとき、

液滴 8 の変形に対して  $\Delta E$  は単調増加となるため、変形は生じない。

また、 $D - L - 2L (\cos \theta_2 - \cos \theta_1) < 0$ 、すなわち

$$L > D / \{ 1 + 2 (\cos \theta_2 - \cos \theta_1) \}$$

液滴 8 の変形に対して  $\Delta E$  は単調減少となるため、すべて親水ライン 6 に入るまで、液滴 8 は変形し続ける。

- 5      例えば、第 2 接触角  $\theta_2$  が  $0^\circ$ 、第 1 接触角  $\theta_1$  が  $90^\circ$  のときは、  
 $D < 3L$  となり、親水ラインの線幅の 3 倍までの径の液滴を使用しても  
配線を適切に形成できることになる。つまり、この場合、液滴径の  $1/3$   
3 の線幅の配線を形成することができることになる。

- 10      また、第 2 接触角  $\theta_2$  が  $0^\circ$ 、第 1 接触角  $\theta_1$  が  $180^\circ$  のときは、  
 $D < 5L$  となり、親水ラインの線幅の 5 倍までの径の液滴を使用しても  
配線を適切に形成できることになる。つまり、この場合、液滴径の  $1/5$   
5 の線幅の配線を形成することができることになる。

- したがって、上記 (1) 式に含まれる 4 つのパラメータ ( $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、  
 $D$ 、 $L$ ) を調整し、該 (1) 式を満たすようにすれば、液滴径  $D$  と配線  
15      パターンの線幅  $L$  との関係を適切なものにすることができる。例えば、  
液滴径  $D$  が固定されていれば、必要な配線パターンの線幅  $L$  を得るため  
に、第 1 接触角  $\theta_1$ 、第 2 接触角  $\theta_2$  を調整する。

ここで、配線パターン形成についての具体例を以下に説明する。

- 20      まず、配線パターンを形成する前に、基板 11 の表面改質処理につい  
て、図 3 (a) ~ 図 3 (d) を参照しながら以下に説明する。図 3  
(a) ~ 図 3 (d) は、配線パターンの形成前の基板 11 の表面改質処  
理の各工程を示す図である。

まず、図 3 (a) に示すように、ガラス基板 1 上に、スピコート法  
等を用いて、シランカップリング剤などからなる濡れ性変化層 2 を塗

布・乾燥させることで形成した。なお、本実施の形態では、濡れ性変化層 2 として、フッ素系非イオン界面活性剤である ZONYL FSN (商品名、デュポン社製) をイソプロピルアルコールに混合して用いた。

次に、図 3 (b) に示すように、あらかじめクロムなどからなるマスクパターン 4 および酸化チタンなどからなる光触媒層 5 が形成されたフォトマスク 3 を通じて UV 露光を行なった。なお、本実施の形態では、光触媒層 5 は、二酸化チタン微粒子分散体とエタノールの混合物をスピ  
ンコート法を用いて塗布した後、150℃で熱処理することで形成している。また、露光条件は、水銀ランプ (波長 365 nm) により 70 m  
W/cm<sup>2</sup> の照度で 2 分間露光を行なった。

その結果、図 3 (c) および図 3 (d) に示すように、UV 露光された部分だけが濡れ性が向上し、親水ライン 6 が形成された。なお、本実施の形態では、形成した親水ライン 6 の幅を 50 μm とした。

ここで、親水ライン 6 以外の領域は、撥水領域 7 となり、基板 11 上に配線パターンとしての親撥水パターンが形成されることになる。

そして、親撥水パターンを形成した基板 11 上にゲート配線材料を、上述したパターン形成装置を用いて滴下することで、ゲート配線を形成する。

配線形成に用いた液体配線材料 (液滴) は、Ag 微粒子を水とエタノールとジエチレングリコールの混合溶剤に分散させたものを用い、粘度はあらかじめ約 10 cP に調整している。ここで、図 2 (a) に示すように、上述した処理により得られた撥水領域 7 上における上記液滴の第 1 接触角  $\theta_1$  は 80°、図 2 (b) に示すように、上述した処理により得られた親水ライン 6 上における上記液滴の第 2 接触角  $\theta_2$  は 10° で



あった。

上述したパターン形成装置を用いて、図1(a)に示すように、親撥水パターンを形成した基板11上に液滴8を滴下する。吐出液滴径Dが75 $\mu$ mの場合、図1(b)に示すように滴下した液滴8は親水ライン6に沿ってライン形状を形成する。なお、液滴8の着弾位置は親水ライン6の中央とした。

上記(1)式に、第1接触角 $\theta_1 = 80^\circ$ と第2接触角 $\theta_2 = 10^\circ$ とを代入して液滴径Dと親水ライン幅Lとの関係を求めると、以下のようになる。

$$D \leq 2.62L$$

これは、上記条件の場合に、液滴径Dは、親水ライン幅Lの約2.62倍まで大きくしても、ライン形成が可能であることを示している。つまり、液滴径Dの $1/2.62 \approx 0.38$ の幅のラインが形成できることを示している。

上記と同様の条件で、幅の異なる親水ライン6上に滴下した場合の結果を以下の表1に示す。

【表1】

ライン幅( $\mu$ m)	75	50	30	20
結果	○	○	○	×

○:ライン形成可能

×:ライン形成不可

表1から、ライン幅20 $\mu$ mでは、ライン形成が不可能であることが分かった。これは、ライン幅20 $\mu$ mの場合、 $20/75 \approx 0.27$ となり、上述した0.38よりも小さいので、上記(1)式を満たさなくなるからだと考えられる。

また、液滴 8 のサイズ、すなわち液滴径  $D$  を変化させて、幅の異なる親水ライン 6 上に滴下した場合の結果を以下の表 2 に示す。ただし、液滴径  $D = 35 \mu\text{m}$  の場合はインクジェットヘッドを交換している。

【表2】

ライン幅 ( $\mu\text{m}$ )	30	20	15	10
液滴径 $65 \mu\text{m}$	○	×	×	×
液滴径 $50 \mu\text{m}$	○	○	×	×
液滴径 $35 \mu\text{m}$	○	○	○	×

○:ライン形成可能

×:ライン形成不可

表 2 においても、上記 (1) 式を満たさない場合には、ライン形成が不可能であることが分かった。

ここで、液滴径  $D$  と吐出ピッチとの関係について、以下に説明する。

パターン形成方法及びゲート配線の形成方法、用いたパターン形成装置、インクジェットヘッド 13 は上記の例と同じである。また、配線形成に用いた液体配線材料 (液滴 8) は、Ag 微粒子を水に分散させたものを用い、粘度はあらかじめ約 5 cP に調整している。この場合、図 2 (a) に示すように、撥水領域 7 上における液滴 8 の第 1 接触角  $\theta_1$  は  $100^\circ$ 、図 2 (b) に示すように、親水ライン 6 上における液滴 8 の第 2 接触角  $\theta_2$  は  $10^\circ$  であった。

上述したパターン形成装置を用いて、図 1 (a) に示すように、親撥水パターンを形成した基板 11 上に液滴 8 を滴下する。液滴 8 の着弾位置は親水ライン 6 の中央とした。

そして、液滴サイズを変化させて、Ag 濃度 10 vol% のインク材料 (液滴 8) を親水ライン幅  $25 \mu\text{m}$  に対して、膜厚  $0.3 \mu\text{m}$  と設定し、滴下した場合の結果を以下の表 3 に示す。ただし、液滴径が  $25 \mu$

m から 45  $\mu$ m の場合はヘッドを交換している。

【表3】

親撥水境界からの距離( $\mu$ m)	40	50	100	110
液滴径75 $\mu$ m	○	○	○	×
液滴径35 $\mu$ m	○	×	×	×

○:ライン形成可能

×:ライン形成不可

5

以上の結果からも、上記(1)式を満たすことで、ライン形成が可能であり、吐出液滴径Dを大きくするほど吐出ピッチを大きくすることが可能となり、タクトタイムを短縮およびヘッドの寿命を長くすることが可能となることが分かる。

10 上記表3に示す結果をプロットしたものを、図4に示す。図4に示すグラフから、液滴径Dが50 $\mu$ m以上とすることでピッチを飛躍的に大きくすることができるため、タクトタイムの短縮およびヘッドの長寿命化のためには、

$$2L \leq D \leq L \{1 + 2(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)\}$$

15 に設定することが望ましいことが分かる。

さらに、図4に示すグラフから、液滴径が54 $\mu$ m以上では、液滴径がライン幅と同じ場合と比較してピッチを10倍以上に広げることが可能となり、結果としてタクトタイムを1/10、ヘッド寿命を10倍に延ばすことが可能となることが分かる。

20 したがって、タクトタイムの短縮およびヘッドの長寿命化のためには、

$$2.15L \leq D \leq L \{1 + 2(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)\}$$

に設定することがさらに好ましいことが分かる。

以上のことから、液滴径Dを、 $D \leq L \{1 + 2(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)\}$ 、好ましくは、 $2L \leq D \leq L \{1 + 2(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)\}$

$1) \}$ 、さらに好ましくは、 $2.15L \leq D \leq L \{1 + 2(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)\}$  の関係を満たすように設定することで、大きな液滴で広いピッチで吐出することができるため、タクトタイムの短縮とヘッドの長寿命化を確保することが出来る。

5       すなわち、対象面である基板 11 の親水ライン 6 上に、離散的に付着させた液滴 8 同士をつなげて連続したパターンを形成することになる。これにより、液滴 8 の吐出数を必要最小限にすることが可能となるので、タクトタイムの減少、液滴を吐出する機構（インクジェットヘッド）の、長寿命化を図ることが可能となる。

10       また、タクトタイムの短縮とヘッドの長寿命化を確保するために、液滴の吐出ピッチを広く設定した場合、形成するライン幅が部分的に狭くなっている部分などが存在する場合、その部分だけ液滴がラインに入らない問題が生じるが、形成したいライン幅に応じて、ヘッドの駆動波形等を制御することで吐出液滴径を変化させることによって、ライン幅に  
15       関わらず、すべての幅のラインを十分なタクトタイムと十分なヘッド寿命で形成することが可能となる。

このように、ライン幅に応じて、吐出する液滴径を変化させる例について、以下の実施の形態 2 で説明する。

#### 〔実施の形態 2〕

20       本発明の他の実施の形態について説明すれば、以下の通りである。なお、パターン形成装置については、前記実施の形態 1 と同じものを使用するので、その説明は省略する。

本実施の形態においても、前記実施の形態 1 と同様に、TFT 液晶ディスプレイパネルのゲート配線パターンの形成方法について説明する。

図 6 (a) は、本実施の形態で用いるゲート配線パターンを示す。このゲート配線パターンでは、親水ライン 2 1 と撥水領域 2 2 とで形成される親撥水パターンであり、親水ライン 2 1 の線幅が一様ではなく、一部の部分で線幅が狭くなっている部分がある。つまり、親水ライン 2 1 は、親水ライン 2 1 a ~ 2 1 d のように線幅がそれぞれ異なっている。ここで、他のラインよりも狭い親水ライン 2 1 b、2 1 c の線幅は  $20\ \mu\text{m}$ 、それ以外の部分（親水ライン 2 1 a、2 1 d）の線幅は  $30\ \mu\text{m}$  である。この親撥水パターンの生成方法は、前記実施の形態 1 と同様である。

次に、親撥水パターンを形成した基板上にゲート配線材料をインクジェット法を用いて滴下することで、ゲート配線を形成する。ここで、用いたパターン形成装置、インクジェットヘッド 1 3 は、前記実施の形態 1 と同様であり、吐出液滴径を  $50\ \mu\text{m}$  から  $75\ \mu\text{m}$  まで変化させることが可能とする。

また、用いた液体配線材料（液滴）も前記実施の形態 1 と同じであり、撥水領域 2 2 上における液滴の第 1 接触角  $\theta_1$  は  $80^\circ$ 、親水ライン 2 1 上における液滴の第 2 接触角  $\theta_2$  は  $10^\circ$  である。

そして、図 6 (b) に示すように、親水ライン 2 1 上にある液滴 2 3 をインクジェットヘッドを用いて滴下するが、線幅  $30\ \mu\text{m}$  のパターン上には液滴径  $75\ \mu\text{m}$  で、線幅  $20\ \mu\text{m}$  のパターン上には液滴径  $50\ \mu\text{m}$  で滴下している。このように、線幅によって液滴径を変化させることで、すべての親水ライン 2 1 に液滴 2 3 を配置することが出来る（図 6 (c)）。

なお、線幅  $20\ \mu\text{m}$  のパターン上にも液滴径  $75\ \mu\text{m}$  で滴下した場合

には、線幅  $20 \mu\text{m}$  のパターンには、配線材料は入らなかった。また、すべてのパターン上に液滴径  $50 \mu\text{m}$  で滴下した場合は、配線形成は可能であるが、線幅  $30 \mu\text{m}$  のパターンに液滴径  $75 \mu\text{m}$  で滴下した場合と比較してタクトタイムが増加した。そのため、望ましくは、それぞれの線幅に対して、

$$2L \leq D \leq L \{1 + 2(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)\}$$

を満たすよう液滴径を変化させることがよく、さらに好ましくは、それぞれの線幅に対して、

$$2.15L \leq D \leq L \{1 + 2(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)\}$$

を満たすよう液滴径を変化させることで、線幅の異なるパターンにおいても液滴を入れることが可能となり、かつ、十分なタクトタイムと十分なヘッド寿命を得ることが可能となる。

上記の各実施の形態では、液滴を親水ラインの中央に滴下することを前提とした例について説明したが、液滴を親水ラインの中央に滴下するには精度の高いインクジェットヘッドを使用する必要がある。しかしながら、滴下精度の高いインクジェットヘッドは高価であるので、パターン形成装置全体の価格上昇を招く虞がある。

そこで、以下の実施の形態 3 では、液滴が親水ラインの中央に滴下されなくても、親水ライン上に集まりラインを形成することのできるパターン形成方法について説明する。

#### 〔実施の形態 3〕

本発明のさらに他の実施の形態について説明すれば、以下の通りである。なお、本実施の形態では、前記実施の形態 1 と同様に、図 3 (a) ~ 図 3 (d) に示す表面改質処理方法によって、基板 11 の表面が改質

され、親水ライン 6 と撥水領域 7 とで親撥水パターンを形成し、この親撥水パターンを用いて配線ラインを形成する例について説明する。

本実施の形態にかかるパターン形成方法は、図 7 (a) に示すように、液滴 8 の基板 1 1 への着弾直後において、液滴 8 が親水ライン 6 の中心からずれた状態になっているときに、図 7 (b) に示すように、液滴 8 を親水ライン 6 上に移動させる方法である。

我々は、液滴 8 が基板 1 1 に着弾した時、液滴 8 の基板 1 1 への接地面の一部でも親水ライン 6 上に存在することで、液滴 8 全体が撥水領域 7 から親水ライン 6 に移動することができることを見出した。すなわち、親水ライン 6 と撥水領域 7 の境界と液滴 8 の着弾位置の距離を、液滴 8 が着弾した時の円形接地面の半径よりも小さく設定することで、液滴 8 全体が撥水領域 7 から親水ライン 6 に移動することができる。ここで、着弾前の液滴の半径を  $R_1$ 、液滴の撥水領域での接触角を  $\theta_1$ 、液滴が着弾した時の円形接地面の半径  $R_2$  とすると、

$$R_2 = R_1 \times 3\sqrt{\{4 / (2 - 3 \cos \theta_1 - \cos^3 \theta_1)\}}$$

であるから、上記  $R_2$  を液滴径  $D$  に換算すると、以下の (2) 式が得られる。

$$X \leq 3\sqrt{\frac{4}{2 - 3\cos \theta_1 + \cos^3 \theta_1}} \cdot \frac{D}{2} \quad \dots (2)$$

ここで、X: 親撥水パターン界面と液滴着弾中心との距離

D: 液滴径

$\theta_1$ : 撥水部分のインクに対する接触角

すなわち、本実施の形態にかかるパターン形成方法は、インクジェッ

ト法で親撥水下地パターンを用いてパターン（ライン状に限定しない）を形成する場合において、図7（a）に示すように、液滴8の着弾位置を親撥水境界6 aから以下の（2）式で規定した範囲内に設定することで、図7（b）に示すように、撥水領域7から液滴8を移動させることができるため、液滴8の着弾位置が親水ライン6上になくとも、所定の位置に液滴を移動させることができ、精度の低いインクジェットヘッドを用いた場合でも、精度よくパターンを形成することが可能となり、パターン形成装置の製造にかかるコストの低減を図ることができる。

なお、親撥水パターン形状の許す限り大きい液滴8とし、撥水領域7の液滴8の接触角は小さくしたほうが、液滴8が移動することが可能な範囲は広がる。

$$X \leq \sqrt[3]{\frac{4}{2-3\cos\theta_1 + \cos^3\theta_1}} \cdot \frac{D}{2} \quad \dots\dots(2)$$

ここで、X:親撥水パターン界面と液滴着弾中心との距離

D:液滴径

$\theta_1$ :撥水部分のインクに対する接触角

ここで、親水ライン幅50  $\mu$ mの場合に、液滴の着弾位置を変化させた場合の結果を、以下の表4に示す。なお、配線形成に用いた液体配線材料（液滴）は、Ag微粒子を水とエタノールとジエチレングリコールの混合溶剤に分散させたものを用い、粘度はあらかじめ約10 cPに調整している。ここで、図2（a）に示すように、上述した処理により得られた撥水領域7上における上記液滴8の第1接触角 $\theta_1$ は80°、図



2 (b) に示すように、上述した処理により得られた親水ライン 6 上における上記液滴 8 の第 2 接触角  $\theta_2$  は  $10^\circ$  であった。

【表 4】

液滴径 D( $\mu\text{m}$ )	25	30	40	45	50	55	65	70	75	80	85
ピッチ(mm)	0.11	0.19	0.45	0.64	0.87	1.16	1.92	2.39	2.94	3.57	×

図中記号 × : ライン形成不可 NG

表 4 において、液滴径  $75\mu\text{m}$  の場合には、親撥水境界 6 a からの距離が  $100\mu\text{m}$  までライン形成が可能であったが、液滴径  $35\mu\text{m}$  の場合には、親撥水境界 6 a からの距離が  $40\mu\text{m}$  までライン形成が可能であることが分かった。

以上のように、インクジェットヘッドによる滴下実験により、滴下後、液滴の接地面の一部でも親水ライン上にあれば、液滴全体が親水ライン上に移動することが確認されている。そこで、上記 (2) 式で規定したように、予め着弾前の液滴半径と着弾位置を設定することにより、低い精度のインクジェットヘッドを用いた場合にも精度よくパターン形成することができる。

## 〔実施の形態 4〕

本発明のさらに他の実施の形態について説明すれば、以下の通りである。なお、本実施の形態では、前記実施の形態 1 と同様に、図 3 (a) ~ 図 3 (d) に示す表面改質処理方法によって、基板 11 の表面が改質され、親水ライン 6 と撥水領域 7 とで親撥水パターンを形成し、この親撥水パターンを用いて配線ラインを形成する例について説明する。

本実施の形態にかかるパターン形成方法について、図 8 (a) (b) を参照しながら以下に説明する。図 8 (a) は、液滴 8 の着弾直前の側

面図であり、図 1 2 (b) は、液滴 8 の着弾直前の平面図である。

本パターン形成方法では、吐出液滴径と配線を形成する親水ライン幅  
 に対して吐出ピッチを以下の (3) 式を満たすように設定することで、  
 配線幅、配線厚のバラつきが少なく、低抵抗かつ配線段差の少ない導体  
 5 パターンを高スループットで形成可能にすることができる。

$$\frac{0.04D^3}{L} \leq P \leq \frac{0.4D^3}{L} \quad \dots (3)$$

ここで、 P:吐出ピッチ(μm)  
 D:液滴径(μm)  
 L:親水ライン幅(μm)

上記 (3) 式は、以下のようにして求めることができる。

ここで、本実施の形態にかかるパターン形成方法では、予め親水ライ  
 ン幅 L のパターンを基板に形成している場合は、液滴径 D と吐出ピッチ  
 P を制御することで配線の膜厚を制御できることを利用した方法である。

したがって、上記 (3) 式を得るために、以下の項目を計算で求める  
 必要がある。

- ①液滴径 D と吐出ピッチ P から求められる液滴の全体積 V
- ②液滴の全体積 V と親水ライン幅 L から算出される膜厚
- ③パターン形成に適した膜厚の条件により算出される吐出ピッチ P

上記吐出ピッチ P (μm) とすると、1 μmあたりのドット数は 1 /  
 P (dot/μm) となる。

また、液滴径を D とすると、体積 V は、 $V = \pi D^3 / 6$  となるため、  
 1 μmあたりの全体積は、

$$1 / P \times \pi D^3 / 6 = \pi D^3 / 6 P \quad (\mu m^3)$$

である。

ライン幅を  $L$  ( $\mu\text{m}$ ) とすると、液滴の高さは  $\pi D^3 / 6 L P$  となり、  
 $A g$  濃度を  $b$  (vol %) とすると、 $A g$  の高さ  $t$  ( $\mu\text{m}$ ) は、

$$t = \pi b D^3 / 600 L P$$

と表せる。

変形すると吐出ピッチ  $P$  は、 $P = (\pi b / 600 t) \times (D^3 / L)$   
 となる。

ここで、吐出液滴径と配線を形成する親水ライン幅に対して、我々は  
 $\pi b / 600 t$  を 0.04 以上 0.4 以下に設定することで配線幅、配  
 線厚のバラツキが少なく、低抵抗かつ配線段差の少ない配線パターンを  
 高スループットで形成することが可能となることを見出した。

ここで、上記パターン形成方法において、親水ライン幅  $50 \mu\text{m}$  に  $7$   
 $5 \mu\text{m}$  径の液滴を着弾ピッチを変化させて滴下した場合の配線形成結果  
 を以下の表 5 に示す。表中数値は、インクジェット工程の後、液体配線  
 材料を  $250^\circ\text{C} / 10$  分で熱処理することで、溶媒を乾燥させ、材料を  
 焼成した後の配線形成膜厚を示したものである。なお、液体配線材料は、  
 液中に  $A g$  微粒子を 10 体積%の割合で含有しているものを用いた。

【表 5】

着弾ピッチ ( $\mu\text{m}$ )	350	400	1500	3000	3500
結果(膜厚 $\mu\text{m}$ )	$\Delta(1.47)$	$O(1.10)$	$O(0.30)$	$O(0.15)$	$\times(0.13)$

$O$ : 配線特性良好

$\Delta$ : 配線段差が大きすぎ NG

$\times$ : 配線抵抗が大きすぎ NG

表 5 から、着弾ピッチが  $350 \mu\text{m}$  と小さくても、また、着弾ピッチ  
 が  $3500 \mu\text{m}$  と大きくても適切な配線パターンを得ることができない  
 ことが分かった。

同様に、上記パターン形成方法において、親水ライン幅  $20\ \mu\text{m}$  に  $50\ \mu\text{m}$  径の液滴を着弾ピッチを変化させて滴下した場合の配線形成結果を以下の表 6 に示す。表中数値は、インクジェット工程の後、液体配線材料を  $250^\circ\text{C}/10$  分で熱処理することで、溶媒を乾燥させ、材料を焼成した後の配線形成膜厚を示したものである。なお、液体配線材料は、

【表 6】

着弾ピッチ ( $\mu\text{m}$ )	200	250	1000	2300	2600
結果(膜厚 $\mu\text{m}$ )	$\Delta(1.64)$	$\bigcirc(1.31)$	$\bigcirc(0.33)$	$\bigcirc(0.14)$	$\times(0.13)$

$\bigcirc$ : 配線特性良好

$\Delta$ : 配線段差が大きすぎNG

$\times$ : 配線抵抗が大きすぎNG

表 6 から、着弾ピッチが  $200\ \mu\text{m}$  と小さくても、また、着弾ピッチが  $2600\ \mu\text{m}$  と大きくても適切な配線パターンを得ることができないことが分かった。

以上のことから、液滴材料が同じであれば、着弾ピッチは、親水ライン幅、液滴径に応じて適切な範囲が決まることが分かる。

なお、上記の各実施の形態においては、配線形成に用いた液体配線材料（液滴）は、Ag 微粒子を水とエタノールとジエチレングリコールの混合溶剤に分散させたものを使用していたので、親液性を親水性、撥液性を撥水性と表現し記載しているが、例えば、液滴の配線材料を混合する溶剤が水系ではなく油系であってもよい。この場合には、親液性を親油性、撥液性を撥油性と表現すればよい。

また、上記の各実施の形態では、液滴をパターン形成基材である基板 11 に吐出するための機構として、インクジェットヘッドを利用したインクジェット方式を用いた例について説明したが、これに限定されるも

のではなく、液滴径が制御でき吐出できる機構であればよい。

また、インクジェットヘッドも、ピエゾ型に限定されるものではなく、バブルジェット（登録商標）のようなサーマル型であってもよい。

さらに、基板 1 1 上に形成される第 2 領域（親水ライン 6）は線状であ  
ればよい。この線状とは、前記の各実施の形態で示したような短冊形  
状でなくてもよく、蛇行していてもよいし、テープ状であってもよい。  
また、これらの形状を組み合わせたものであってもよい。さらに、上記  
線状は、必ずしも輪郭線が直線的でなくてもよく、曲線、ジグザグ形状  
を含んでもよい。

このように、親水ライン 6 を線状とすることで配線形成が可能となる。  
また、とりわけ幅の狭い線状パターンとすることで、配線密度を高くす  
ることが可能となる。さらに、液晶パネル用配線に用いる場合は、ゲー  
ト・ソース・ドレイン配線は線状にすることが不可欠であり、特に、ゲ  
ート・ソース・ドレイン配線は金属材料で形成されるため、パネル輝度  
向上のためには、配線幅は狭いほうが望ましい。

以上のように、本発明のパターン形成基材は、液滴を対象面上に吐出  
することで所定のパターンが形成されるパターン形成基材において、上  
記対象面上に、上記液滴が対象面上に接触したときの接触角が第 1 接触  
角の第 1 領域と、この第 1 領域と隣接し、上記第 1 接触角よりも小さな  
第 2 接触角の第 2 領域とが、該第 1 領域と第 2 領域とに跨がるように液  
滴を付着させるときに、以下の（1）式を満たすように形成されている  
構成である。

$$D \leq L \times \{1 + 2 (\cos \theta_2 - \cos \theta_1)\} \quad \cdots \cdots (1)$$

ここで、D：液滴径

$L$  : パターン幅

$\theta_1$  : 第 1 接触角

$\theta_2$  : 第 2 接触角

である。

5       上記の構成によれば、上記第 2 接触角が第 1 接触角よりも小さいことで、第 2 領域の方が第 1 領域に比べて、液滴との親液性が高いことになる。これにより、第 1 領域と第 2 領域とに跨がるように液滴を付着した場合、第 1 領域に付着している液滴が該第 1 領域よりも親液性の高い第 2 領域（パターン）に集まることになる。

10       しかも、液滴径、配線パターン幅、第 1 接触角、第 2 接触角を上記（1）式を満たすように設定すれば、パターン幅よりも大きな径の液滴を付着させても、液滴は第 2 領域に集まるようになる。

15       このように、パターン幅よりも大きな径の液滴を使用すれば、パターン幅と同じ径、あるいは小さな径の液滴を使用した場合に比べて、液滴の吐出数を減らすことができる。

      このように、吐出する液滴数を減らすことにより、タクトタイムの増加や液滴を吐出するための機構、例えばインクジェットヘッドの寿命低下を防止することができる。

20       また、上記第 1 領域が液滴に対して撥液性を示す撥液領域となるように第 1 接触角を設定し、上記第 2 領域が液滴に対して親液性を示す親液領域となるように第 2 接触角を設定するようにしてもよい。

      この場合、第 1 領域が液滴に対して撥液性を示す撥液領域となり、第 2 領域が液滴に対して親液性を示す親液領域となるので、液滴を第 1 領域と第 2 領域とに跨がるように付着させた場合、付着した液滴は撥液領

域である第1領域では弾かれ、親液領域である第2領域では該第2領域の形状に沿って広がる。つまり、第1領域で弾かれた液滴は、第2領域に流れ込み、第2領域に付着した液滴とともに該第2領域（パターン）に沿って広がり配線を形成することになる。

- 5       したがって、パターンとならない領域、すなわち第1領域を液滴に対して撥液性を有する領域にすることで、第1領域に付着した液滴を弾き、確実に第2領域に流し込むことが可能となる。

10       このように、第1領域を撥液領域、第2領域を親液領域とすれば、第1接触角と第2接触角との差が大きくなり、上記（1）式の右辺が大きくなる。ここで、（1）式の右辺が大きくなることは、配線パターン幅に対する液滴径の大きさをさらに大きくすることができることを示す。

15       したがって、液滴径をパターン幅に対してさらに大きくすることで、吐出する液滴数をさらに少なくでき、タクトタイムを減少させ、液滴を吐出するための機構、例えばインクジェットヘッドの寿命を延ばすことができる。

20       また、本発明のパターン形成方法は、液滴を対象面上に吐出することで所定のパターンを形成するパターン形成方法において、上記液滴を吐出する前に、該液滴に対して撥液性を示す第1領域と、該第1領域に隣接し、該液滴に対して親液性を示し、形成されるべきパターンとなる第2領域とを上記対象面上に形成したときに、上記第1領域と第2領域との境界から液滴の付着中心との距離 $X$ が、以下の（2）式を満たすように、液滴を対象面上に付着させる構成である。

$$X \leq \sqrt[3]{\frac{4}{2-3\cos\theta_1+\cos^3\theta_1}} \cdot \frac{D}{2} \quad \dots\dots (2)$$

ここで、X:親撥水パターン界面と液滴着弾中心との距離

D:液滴径

$\theta_1$ :撥水部分のインクに対する接触角

それゆえ、第1領域と第2領域との境界から液滴の付着中心との距離Xが、上記の(2)式を満たすように、液滴を対象面上に付着させることで、撥液性を示す第1領域に付着した液滴は親液性を示す第2領域に移動することができる。つまり、液滴の付着中心が第2領域になくても、液滴を第2領域に移動させることができる。

これにより、吐出精度の低い液滴吐出機構、例えばインクジェットヘッドを使用し、液滴を基板に吐出しても、形成すべきパターンとなる第2領域に確実に液滴を集めることができるので、精度よくパターンを形成することができる。

したがって、パターンを形成するための装置コストを低減することが可能となるという効果を奏する。

さらに、本発明のパターン形成方法は、液滴を対象面上に吐出することで所定のパターンを形成するパターン形成方法において、上記液滴を吐出する前に、該液滴に対して撥液性を示す第1領域と、該第1領域に隣接し、該液滴に対して親液性を示し、形成すべきパターンとなる第2領域とを上記対象面上に形成したときに、液滴を付着させるときの液滴の吐出ピッチPが、以下の(3)式を満たすように、液滴を対象面上に付着させる構成である。



$$\frac{0.04D^3}{L} \leq P \leq \frac{0.4D^3}{L} \quad \dots (3)$$

ここで、 P:吐出ピッチ(μm)  
D:液滴径(μm)  
L:親水ライン幅(μm)

5

それゆえ、吐出する液滴径とパターン幅とに対して、液滴の吐出ピッチPを上記(3)式を満たすように設定することで、線幅、線厚のバラツキの少ないパターンを形成することができる。

10 ここで、液滴が配線材料を含み、所定のパターンとして配線パターンを形成する場合には、配線幅、配線厚のバラツキが少なく、低抵抗かつ配線段差の少ない配線パターンを高スループットで形成することが可能となる。

15 このように、液滴の吐出ピッチを上記(3)式を満たすように設定することで、パターンの形成に必要な液滴の吐出数を最小限にすることが可能となり、タクトタイムの減少や液滴を吐出する機構(インクジェットヘッド)の延命化を図ることができるという効果を奏する。

20 尚、発明を実施するための最良の形態の項においてなした具体的な実施態様または実施例は、あくまでも、本発明の技術内容を明らかにするものであって、そのような具体例にのみ限定して狭義に解釈されるべきものではなく、本発明の精神と次に記載する特許請求の範囲内で、いろいろと変更して実施することができるものである。

産業上の利用の可能性

本発明のパターン形成基材およびパターン形成方法は、回路基板の配線パターンをインクジェット技術で形成する分野であって、特に、インクジェットヘッドの延命化と製造コストの削減化が必要な分野に好適に用いることができる。

## 請求の範囲

1. 液滴を対象面上に吐出することで所定のパターンが形成されるパターン形成基材において、

5      上記対象面上に、上記液滴が対象面上に接触したときの接触角が第1接触角の第1領域と、この第1領域と隣接し、上記第1接触角よりも小さな第2接触角の第2領域とが、該第1領域と第2領域とに跨がるように液滴を付着させるときに、以下の(1)式を満たすように形成されていることを特徴とするパターン形成基材。

10      
$$D \leq L \times \{1 + 2 (\cos \theta_2 - \cos \theta_1)\} \quad \dots (1)$$

ここで、D：液滴径

—      L：パターン幅

$\theta_1$ ：第1接触角

$\theta_2$ ：第2接触角

15      である。

2. 請求の範囲1に記載のパターン形成基材上の第1領域と第2領域とに跨がるように液滴を付着させることを特徴とするパターン形成方法。

3. 請求の範囲2に記載のパターン形成方法において、上記第1領域が液滴に対して撥液性を示す撥液領域となるように第1接触角を設定し、  
20      上記第2領域が液滴に対して親液性を示す親液領域となるように第2接触角を設定することを特徴とするパターン形成方法。

4. 液滴を対象面上に吐出することで所定のパターンを形成するパターン形成方法において、

    上記液滴を吐出する前に、該液滴に対して撥液性を示す第1領域と、

該第 1 領域に隣接し、該液滴に対して親液性を示し、形成されるべきパターンとなる第 2 領域とを上記対象面上に形成したときに、上記第 1 領域と第 2 領域との境界から液滴の付着中心との距離  $X$  が、以下の (2) 式を満たすように、液滴を対象面上に付着させることを特徴とするパターン形成方法。

$$X \leq \sqrt[3]{\frac{4}{2-3\cos\theta_1 + \cos^3\theta_1}} \cdot \frac{D}{2} \quad \dots\dots(2)$$

ここで、 $X$ :親撥水パターン界面と液滴着弾中心との距離

$D$ :液滴径

$\theta_1$ :撥水部分のインクに対する接触角

5. 液滴を対象面上に吐出することで所定のパターンを形成するパターン形成方法において、

上記液滴を吐出する前に、該液滴に対して撥液性を示す第 1 領域と、該第 1 領域に隣接し、該液滴に対して親液性を示し、形成すべきパターンとなる第 2 領域とを上記対象面上に形成したときに、液滴を付着させるときの液滴の吐出ピッチ  $P$  が、以下の (3) 式を満たすように、液滴を対象面上に付着させることを特徴とするパターン形成方法。

$$\frac{0.04D^3}{L} \leq P \leq \frac{0.4D^3}{L} \quad \dots\dots(3)$$

ここで、 $P$ :吐出ピッチ( $\mu\text{m}$ )

$D$ :液滴径( $\mu\text{m}$ )

$L$ :親水ライン幅( $\mu\text{m}$ )

6. 請求の範囲 2 ないし 5 の何れか 1 項に記載のパターン形成方法に

において、対象面上に、離散的に付着させた液滴同士をつなげて連続したパターンを形成することを特徴とするパターン形成方法。

7. 請求の範囲 2 ないし 5 の何れか 1 項に記載のパターン形成方法において、液滴の吐出にインクジェットヘッドを用いることを特徴とする  
5 パターン形成方法。

8. 請求の範囲 2 ないし 5 の何れか 1 項に記載のパターン形成方法において、上記第 1 領域および第 2 領域を、ほぼフラットに形成することを特徴とするパターン形成方法。

9. 請求の範囲 2 ないし 5 の何れか 1 項に記載のパターン形成方法において、液滴が導電性粒子を含むことを特徴とするパターン形成方法。  
10

10. 請求の範囲 2 ないし 5 の何れか 1 項に記載のパターン形成方法において、上記第 2 領域が線状パターンであることを特徴とするパターン形成方法。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図1 (a)

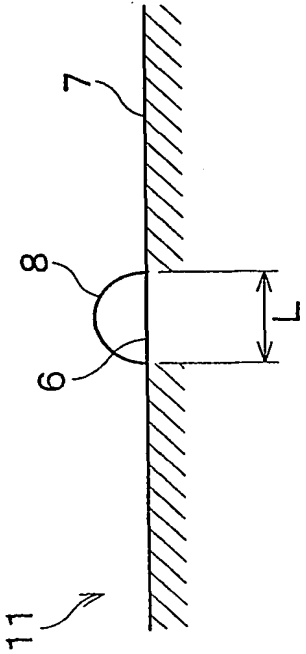
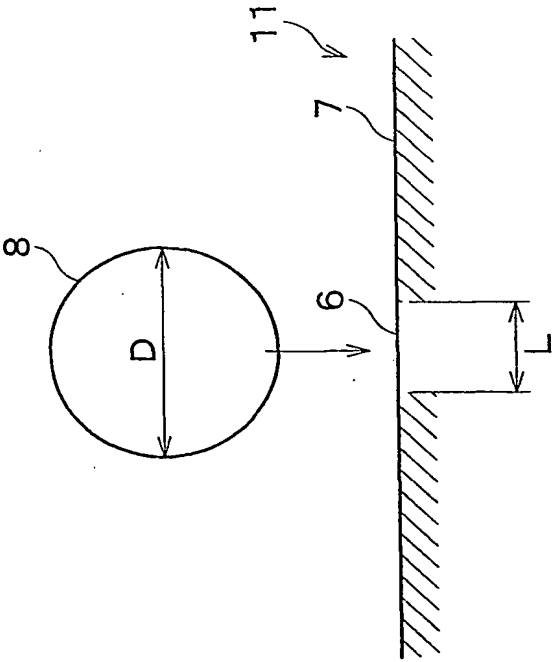
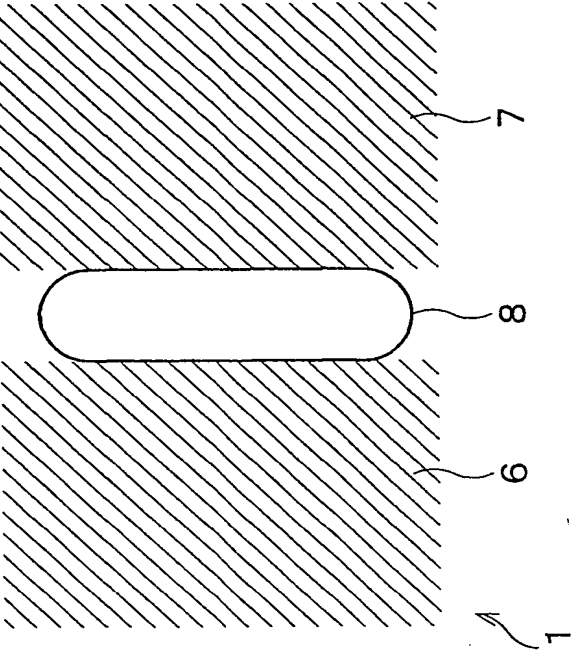
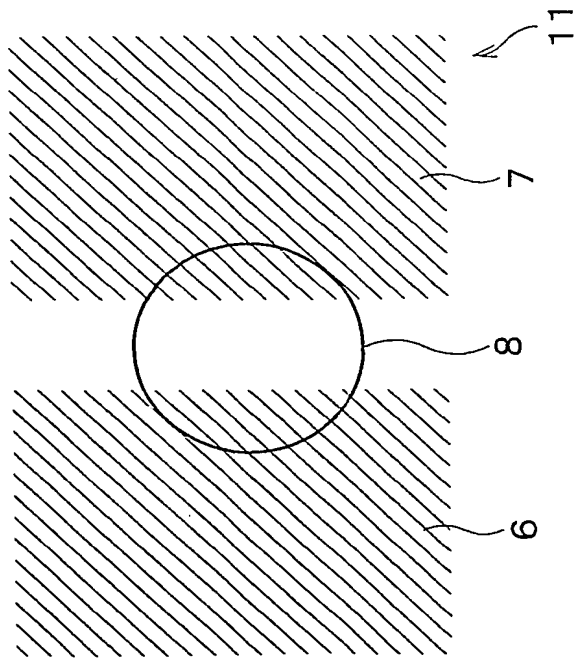


図1 (b)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)



2/8

図2 (a)

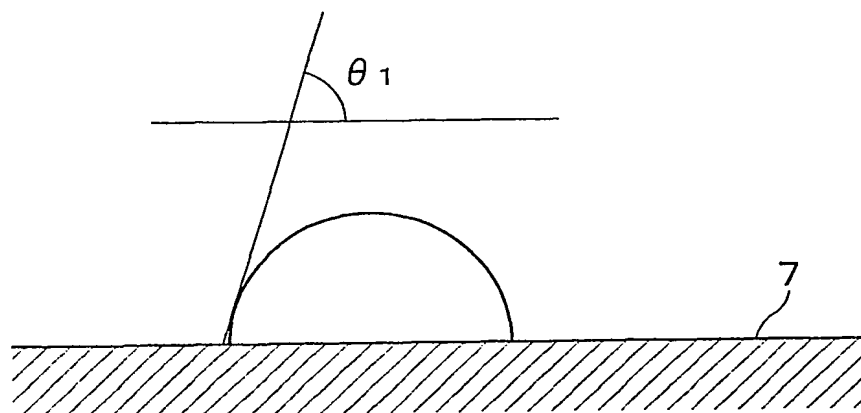
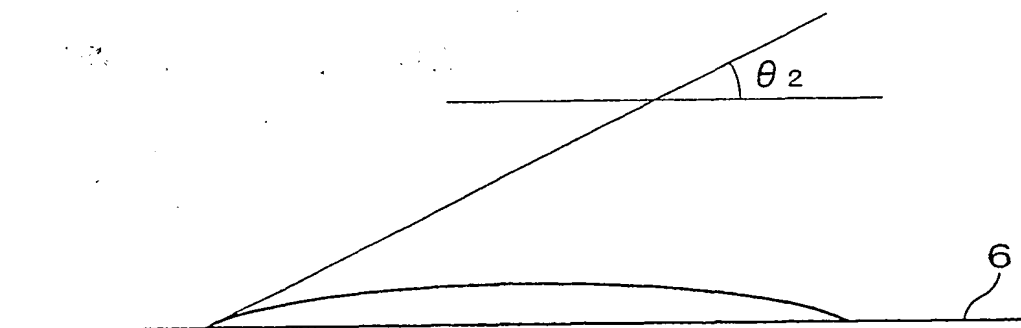


図2 (b)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

3/8

図3 (a)

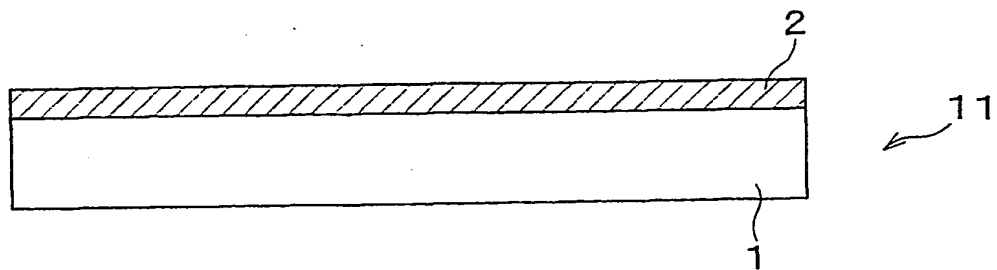


図3 (b)

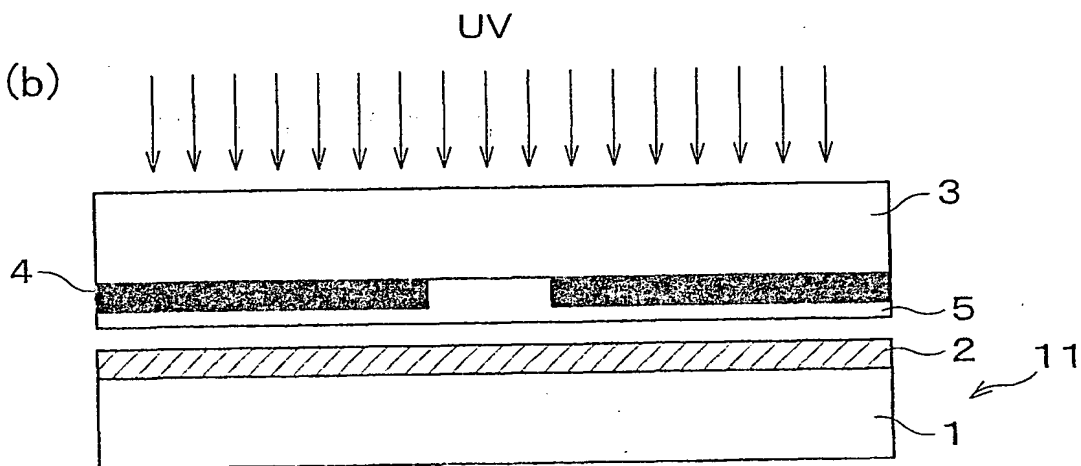


図3 (c)

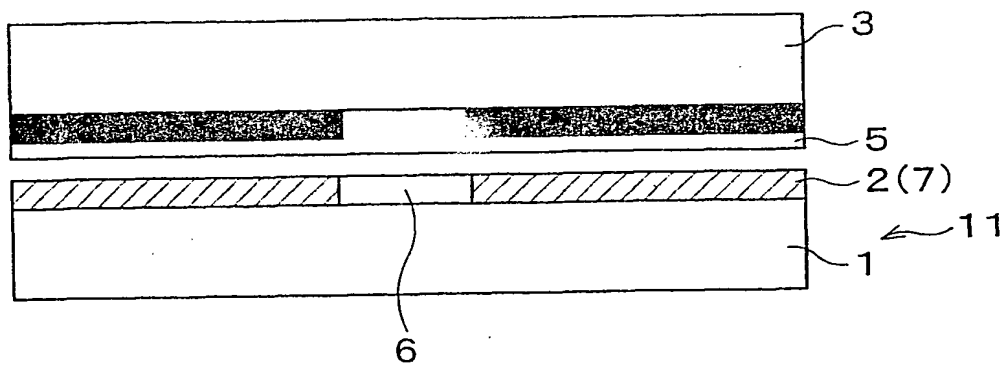
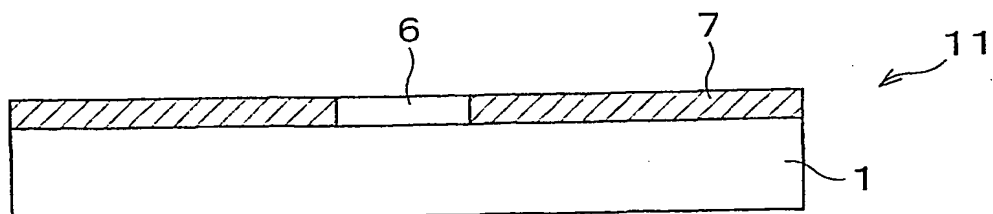


図3 (d)

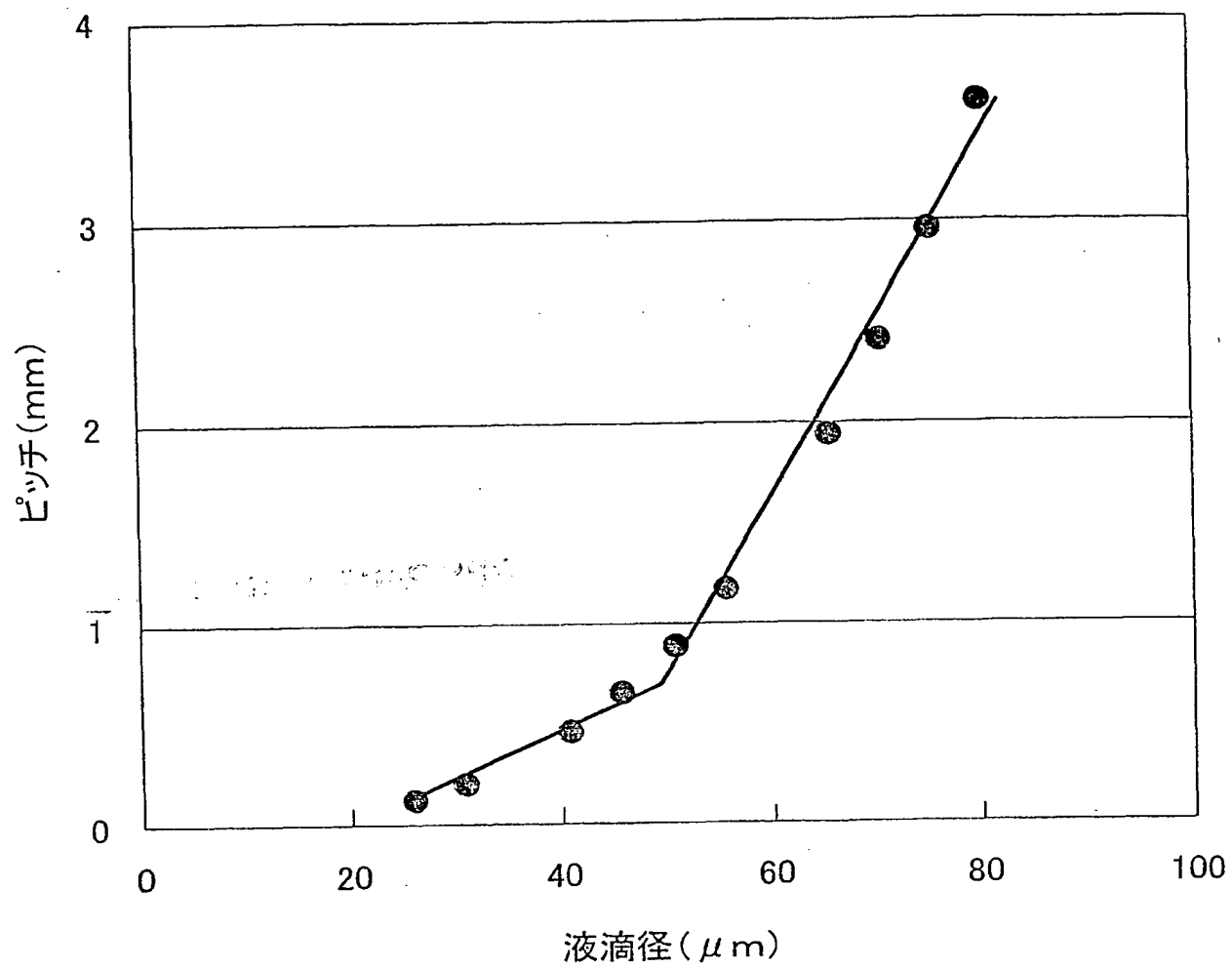


THIS PAGE BLANK (USPTO)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

4/8

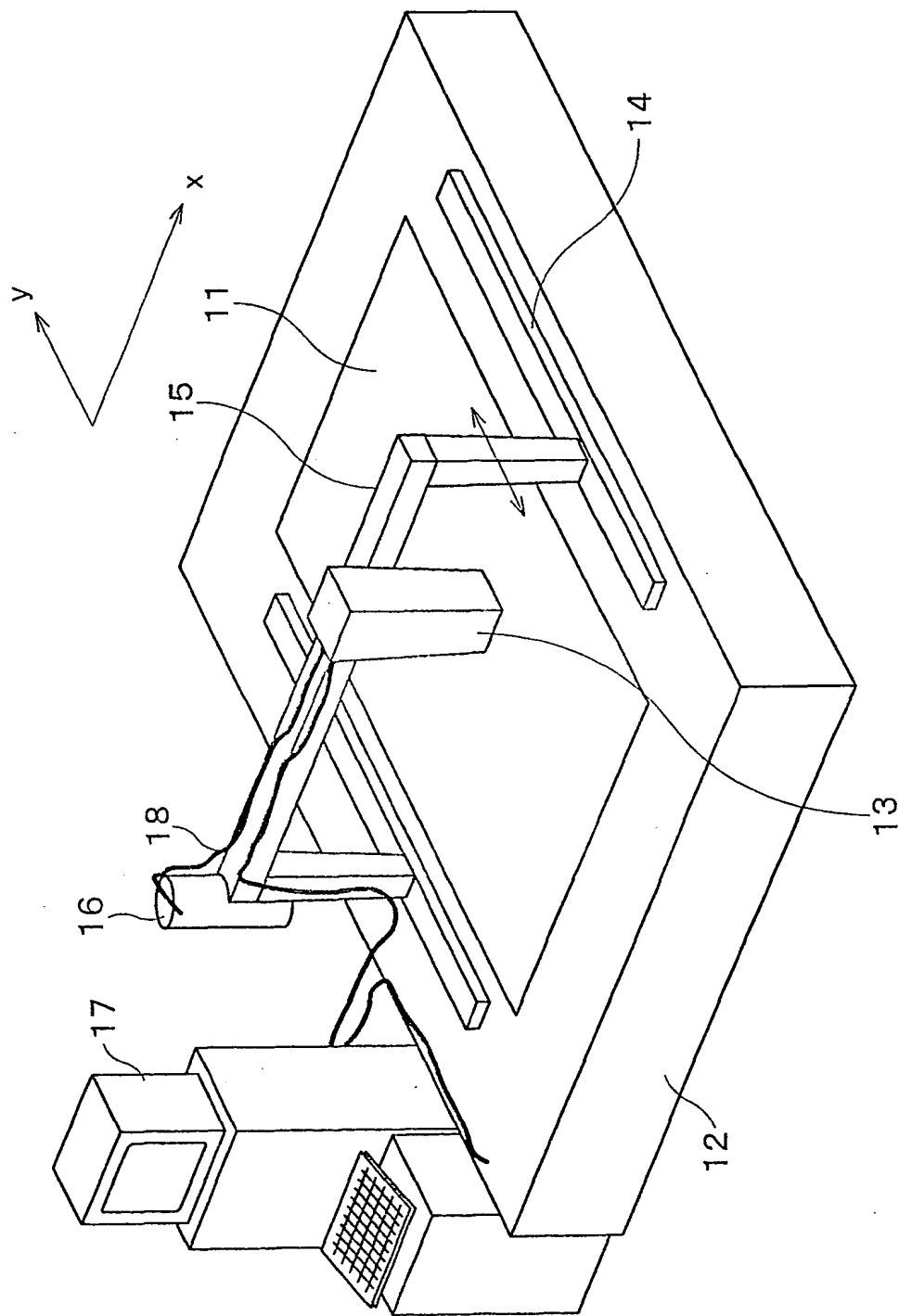
図4



THIS PAGE IS A COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

5/8



THIS PAGE BLANK (USPTO)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



6/8

図6 (a)

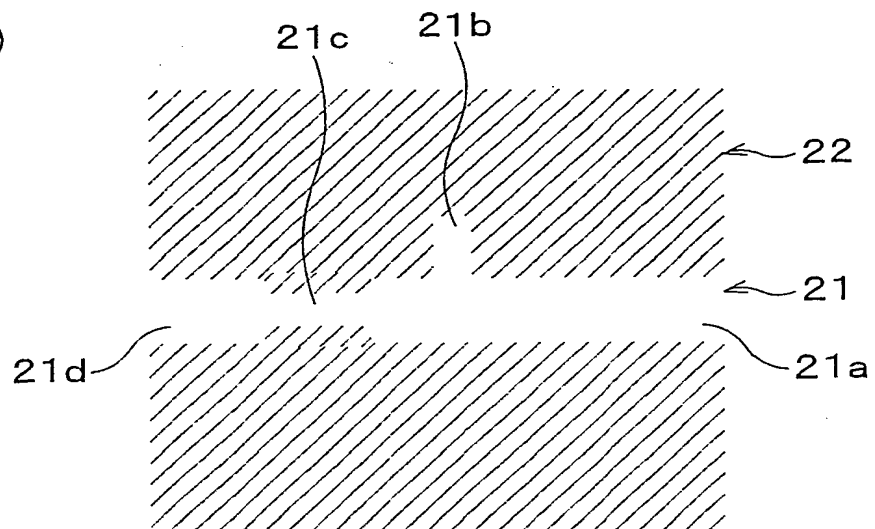


図6 (b)

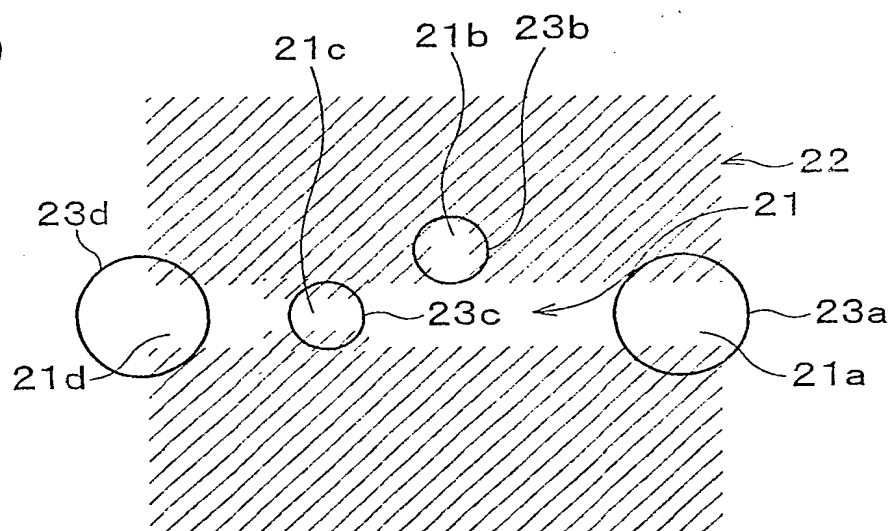
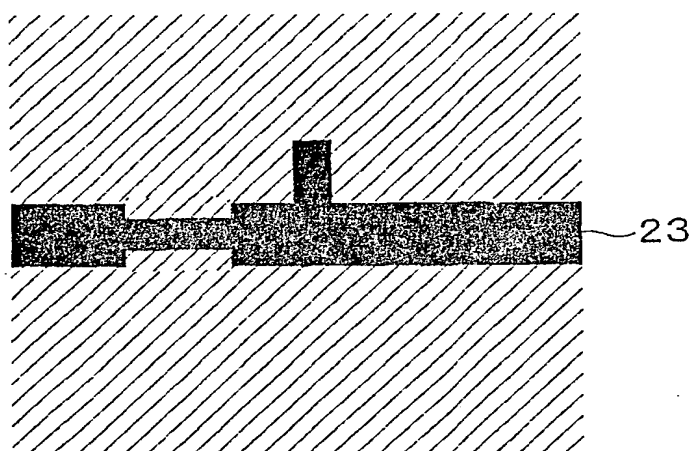


図6 (c)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図7 (a)

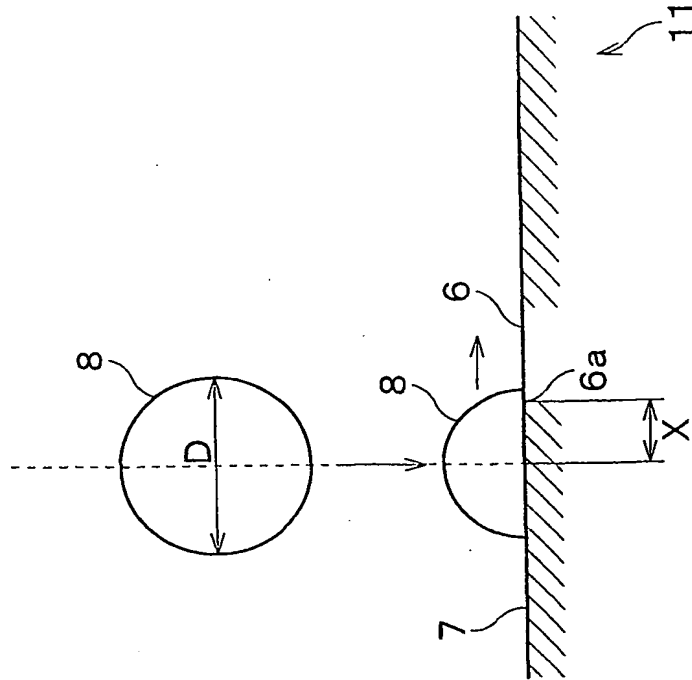
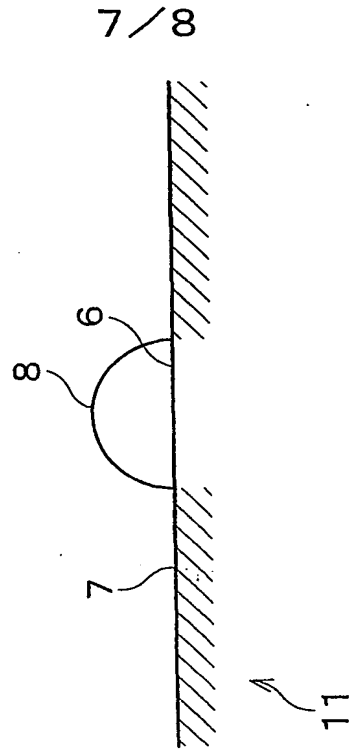


図7 (b)



7/8

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

8/8

図8 (a)

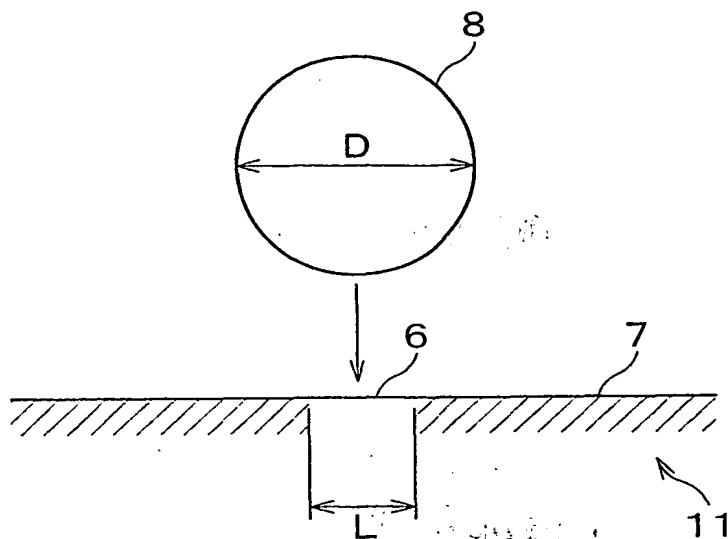
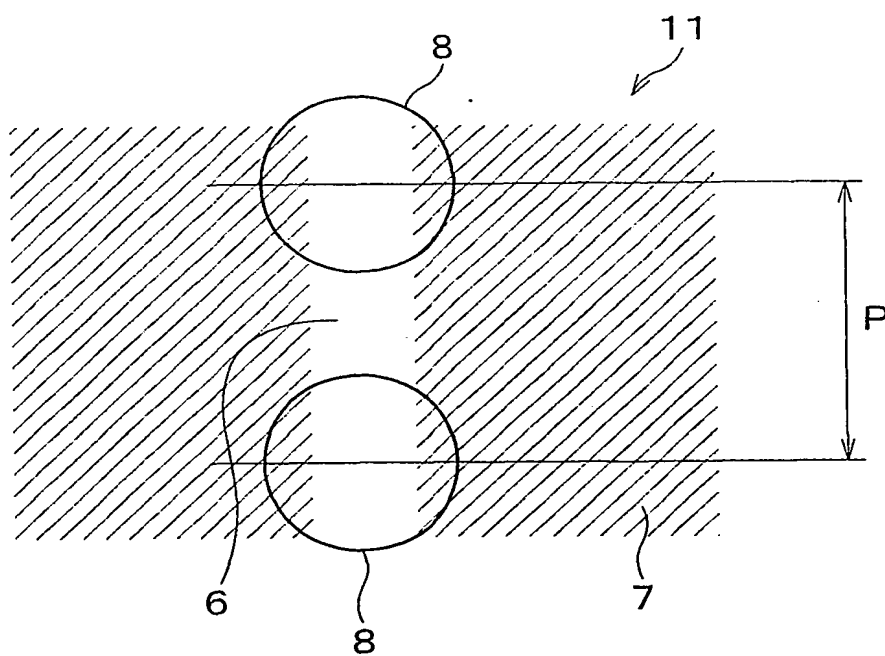


図8 (b)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/07169

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/3205, H01L29/786, B41J2/01, H05K3/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/3205, H01L29/786, B41J2/01, H05K3/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	EP 930641 A2 (SEIKO EPSON CORP.), 21 July, 1999 (21.07.99), Full text; Figs. 1 to 20 & JP 11-204529 A Full text; Figs. 1 to 20 & KR 99067996 A & TW 383280 B	1-3, 7-10 4-6
X A	JP 11-274671 A (SEIKO EPSON CORP.), 08 October, 1999 (08.10.99), Full text; Figs. 1 to 30 (Family: none)	1-3, 7-10 4-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
03 September, 2003 (03.09.03)Date of mailing of the international search report  
16 September, 2003 (16.09.03)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP03/07169

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 01/47045 A1 (PLASTIC LOGIC LTD.), 28 June, 2001 (28.06.01), Full text; Figs. 1 to 18 & JP 2003-518756 A Full text; Figs. 1 to 18 & AU 200120160 A & EP 1243033 A1 & KR 2002088065 A & US 2003/0059984 A1	1-10
A	WO 01/46987 A2 (PLASTIC LOGIC LTD.), 28 June, 2001 (28.06.01), Full text; Figs. 1 to 18 & JP 2003-518332 A Full text; Figs. 1 to 18 & AU 200120159 A & EP 1243032 A2 & KR 2002089313 A & US 2003/0059987 A1	1-10
A	JP 2002-164635 A (SEIKO EPSON CORP.), 07 June, 2002 (07.06.02), Full text; Figs. 1 to 10 & US 2002/0151161 A1	1-10
A	JP 63-200041 A (Toyoda Automatic Loom Works, Ltd.), 18 August, 1988 (18.08.88), Full text; Figs. 1 to 9 (Family: none)	1-10



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/3205, H01L29/786, B41J2/01, H05K3/10

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/3205, H01L29/786, B41J2/01, H05K3/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	EP 930641 A2 (SEIKO EPSON CORP RATION) 1999. 07. 21, 全文, 第1-20図 & JP 11-204529 A, 全文, 第1-20図 & KR 99067996 A & TW 383280 B	1-3, 7-10 4-6
X A	JP 11-274671 A (セイコーエプソン株式会社) 1999. 10. 08, 全文, 第1-30図 (ファミリーなし)	1-3, 7-10 4-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03. 09. 03

国際調査報告の発送日

16.09.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

齋藤 恭一



4 L

8122

電話番号 03-3581-1101 内線 3498

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	WO 01/47045 A1 (PLASTIC LOGIC LIMITED) 2001. 06. 28, 全文, 第1-18図 & JP 2003-518756 A, 全文, 第1-18図 & AU 200120160 A & EP 1243033 A1 & KR 2002088065 A & US 2003/0059984 A1	1-10
A	WO 01/46987 A2 (PLASTIC LOGIC LIMITED) 2001. 06. 28, 全文, 第1-18図 & JP 2003-518332 A, 全文, 第1-18図 & AU 200120159 A & EP 1243032 A2 & KR 2002089313 A & US 2003/0059987 A1	1-10
A	JP 2002-164635 A (セイコーエプソン株式会社) 2002. 06. 07, 全文, 第1-10図 & US 2002/0151161 A1	1-10
A	JP 63-200041 A (株式会社豊田自動織機製作所) 1988. 08. 18, 全文, 第1-9図 (ファミリーなし)	1-10